

吉野川での砂利採取およびダム建設が河川の土砂動態に与える影響

東北大学 工学部建築・社会環境工学科 学生会員 ○中原 大輔
東北大学 災害科学国際研究所 正会員 有働 恵子

1. 背景と目的

砂利採取やダムは、河川の土砂動態に影響を与え、河床低下や海岸侵食など、流域全体で問題が生じる。流域全体を含めた土砂動態の把握と土砂管理が、問題の対処のためには重要である。日本では、戦後の高度経済成長期に、砂利採取やダム建設が活発に行われた。吉野川では、1960年代から70年代にかけて砂利採取が大規模に実施され、1975年には池田ダムが完成した。本研究では、1次元河床変動解析モデルを用いて、砂利採取やダム建設がある場合とない場合のそれぞれで、1965年～1992年の吉野川の土砂動態を計算し、砂利採取やダムの影響を評価した。

2. 解析方法

2.1 基礎方程式

本研究では、竹林・藤田¹⁾の1次元混合粒径河床変動解析モデルを用いた。河道横断形状は一般断面として扱った。掃流砂量は芦田・江頭の式²⁾を、 k 粒径階に対する無次元掃流力は修正 Egiazaroff 式⁴⁾を、浮遊砂の基準点濃度は Lane and Kalinske の式⁵⁾を、浮遊砂の沈降速度は Rubey の式⁶⁾を用いた。

2.2 対象領域と計算条件

吉野川は、高知県と徳島県を流れる一級河川である。本研究の解析区間は、吉野川の池田ダムの下流から河口までの 77.8 km である。初期条件の河床位は、国土交通省提供の 1965 年の実測値を用いた。

上流端の流量は、1965 年～1974 年は、「池田（無堤）」の日平均流量を、1975 年～1992 年は、池田ダムの時間放流量とした。1,000 m³/s 以下の流量では、土砂移動が起こりにくいと見え、無視することとした。下流端の水位は、気象庁の小松島観測所の時間潮位を用いた。

砂利採取による河床位の低下は、各年の砂利採取量を各区間の河道面積で除して低下量を算出し、各年の解析開始時に反映させた。実際の砂利採取量は不明なため、1965 年～1974 年は砂利採取許可量⁷⁾⁸⁾の 6 倍に、1975 年～1992 年は砂利採取許可量に等しいとした。また、1975 年以降の池田ダムの下流の供給土砂量の減少については、ダム上流における平衡流砂量の 30%がダムを通過すると仮定して反映させた。

3. 結果と考察

吉野川の解析区間の河床位は、砂利採取量の多い 1960 年代から 1970 年代前半は低下した。その一方で、砂利採取量が少なく、ダムが建設された 1970 年代後半以降は安定していた。砂利採取やダム建設が実施された場合を想定した解析による再現河床位は、実測の河床位と多少の誤差はあるものの、実測河床位の変動の傾向を概ね良好に再現できた（図-1）。1992 年の実測河床位と解析による再現河床位の RMSE は 0.68 m であった。

海岸への流砂量については、1974 年以前では、砂利採取の実施により減少することが確認できた。また、ダム建設後の 1975 年以降の海岸への流砂量は、ダム建設や砂利採取が未実施の場合の半分を下回った（表-1）。流砂量の多くが浮遊砂であった。海岸への土砂輸送に与えるダムの影響は、砂利採取よりも大きく、ダムの供給土砂の減少により海岸への流砂量も減少した可能性がある。

河床の平均粒径は、ダム建設前の 1974 年では、砂利採取の有無で大きな違いはなかった。1975 年以降、砂利採取やダムが実施された場合の河床の粗粒化が進行し、1992 年の砂利採取やダム建設を実施した場合の平均粒径は、未実施の場合を全体的に上回った（図-2）。上流からの供給土砂の減少により、河床表層が粗粒化し、河床が固定化されることが指摘されており⁹⁾、計算結果はこれに整合する。吉野川でも、池田ダムによる供給土砂の減少により、河床の粗粒化が進み、河床位の安定に繋がった可能性がある。

キーワード 砂利採取, ダム建設, 土砂動態, 河床低下, 粗粒化, 吉野川

連絡先 〒980-8572 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1 東北大学 環境変動リスク研究分野 TEL 022-752-2112

表-1 次元河床変動解析モデルにより算出された各地点の年平均流砂量（掃流砂量と浮遊砂量の合計）

[$\times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$]	ダム・砂利採取なしの流砂量		ダム・砂利採取ありの流砂量	
	1965~1974	1975~1992	1965~1974	1975~1992
ダムへの流入土砂量	—	—	—	8.52
上流端から供給土砂量	5.84	7.30	5.84	2.56
砂利採取量（条件）	0	0	8.58	0.421
海岸への流砂量	4.02	6.15	3.60	2.64

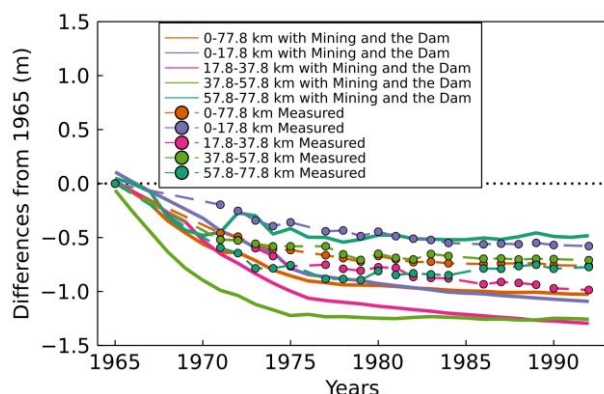


図-1 1965年の各区間の平均実測河床位基準の再現河床位と実測河床位の変動

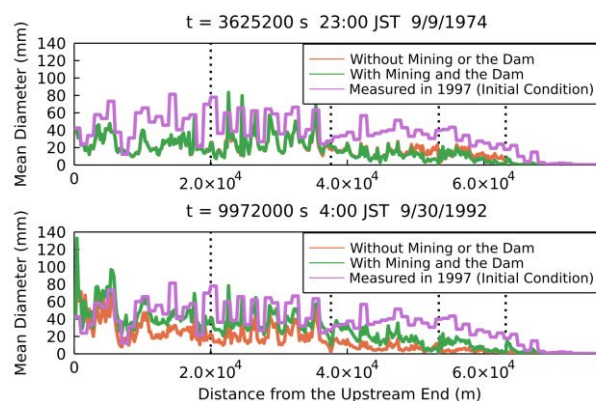


図-2 1974年（上）と1992年（下）の河床の平均粒径の縦断分布

4. 結論

本研究では、吉野川の砂利採取やダムが河川の土砂動態に与える影響を評価した。河床位は、砂利採取の多い時期は減少し、池田ダムの建設後は安定するような傾向があった。この傾向は、実測とモデルによる解析の両方でみられた。また、ダム建設後の海岸への流砂量は、未実施の場合と比較して大きく減少しており、これは、ダムの供給土砂の減少に関連しているとみられる。そして、河床の平均粒径は、ダム建設後に粗粒化する傾向がみられた。ダム建設後の河床位の安定は、ダムの供給土砂の減少に伴う河床の粗粒化が関係している可能性がある。

謝辞：国土交通省四国地方整備局徳島河川国道事務所より、吉野川の横断測量データを提供して頂いた。また、本研究はJSPS 科研費 18H01538 の助成を受けて実施された。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 竹林洋史, 藤田正治: 粘着性・非粘着性土混在場における一般断面による一次元河床変動解析, 砂防学会誌, Vol.64, No.2, p.3-14, 2011.
- 2) S. Egashira and K. Ashida: Unified view of the mechanics of debris flow and bed load, Advances in Micromechanics of Granular Materials, Elsevier, p.391-400, 1992.
- 3) B. Y. Liu: Study on Sediment Transport and Bed Evolution in Compound Channels., 京都大学学位論文, 1991.
- 4) 芦田和男, 道上正規: 移動床流れの抵抗と掃流砂量に関する基礎的研究, 土木学会論文報告集, Vol.206, p.59-69, 1972.
- 5) E. W. Lane and A. A. Kalinske: Engineering calculation of suspended sediment, Transactions A.G.U., Vol.22, 1941.
- 6) W. W. Rubey: Setting velocities of gravel, sand, and silt particles, American Journal of Science, Vol.25, p.5-25, 1933.
- 7) 国土交通省 四国地方整備局 徳島河川国道事務所: 吉野川河道内樹木の管理について (案), 2006
- 8) 国土交通省 四国地方整備局: 吉野川の河道管理 (侵食対策) について (案), 2017
- 9) 辻本 哲郎: ダムが河川の物理的環境に与える影響 —河川工学及び水理学的視点から—, 応用生態工学, Vol.2, 1999